

文章编号:1004-7271(2002)01-0084-05

·综述·

# 捕捞能力及其计量

## Fishing capacity and its measurement

周应祺<sup>1</sup>, 郑奕<sup>2</sup>

(1. 上海水产大学, 上海 200090; 2. 上海水产大学人文与基础学院, 上海 200090)

ZHOU Ying-qi<sup>1</sup>, ZHENG Yi<sup>2</sup>

(1. Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China;

2. College of the Humanities & Basic Science, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

关键词 捕捞能力; 计量; 数据; 方法

Key words fishing capacity; measure; data; method

中图分类号 S937 文献标识码: A

海洋渔业资源为人类提供了丰富的蛋白质,同时也是世界上很多人口赖以生存的基础。然而,随着世界范围内环境的变迁和海洋捕捞强度的不断增加,一些经济价值较高的鱼类资源正在逐渐减少、衰竭、甚至消亡,对生态环境的多样性以及人类社会的经济发展均带来了负面的影响。因此,合理利用海洋渔业资源,制止资源量的下降趋势已是当前全世界渔业管理工作者的最为迫切任务。要做好这方面的工作,就必须在全球范围内减少海洋捕捞能力,这一点在国际渔业管理上业已达成共识。然而,在具体实施时,各个渔业国家的捕捞能力究竟怎样减?减多少?如何量化?这不但事关海洋渔业的可持续发展,而且涉及各个国家的利益和国与国之间的关系。因此,对“捕捞能力”的量化计算的研究和实践在近几年日益引起各国政府、有关国际组织和学术团体的重视。世界上不少国家都开始了这方面的工作,联合国粮农组织(FAO)也在近期连续3次组织专家咨询会对此进行探讨,并成立了专题技术工作组开展有关的研究<sup>[1]</sup>。

与此同时,我国这方面的工作也已起步,并派专家参加了FAO专家技术组的咨询和研究工作。然而,为了摸索一套符合中国实际的捕捞能力的量化方法,为我国渔业管理提供参考,我们需要不断地学习和借鉴国外的先进方法和经验。本文就是通过对有关国外文献与资料的研究,将国际上提出讨论研究、并被初步接受的捕捞能力的概念、计量捕捞能力的方法和相应的对数据资料的要求予以归纳和总结,以便为我国开展捕捞能力量化研究奠定基础。

## 1 捕捞能力的概念

为了减少全球的过于强大的捕捞能力,联合国粮农组织专家组提出减少捕捞能力(fishing capacity)的倡议。由于对捕捞能力的量化方法存在困难,以及实践中可以从不同角度着手,故影响了对其定义的理解和规定。自1998年以来,FAO召开多次技术工作组会议,对捕捞能力进行专题讨论<sup>[2]</sup>,并对专家们

提出的多种定义,进行初步分析整理。本文作者参与了各次讨论,对于 fishing capacity 这一词汇,根据渔业管理的内涵和涉及的概念,采用“捕捞能力”的译法。英语中,Capacity 一词的本意起源于工业企业管理,是一个动态的、短期的概念。“能力利用度”(Capacity utilization)是指在给定条件下的实际产出( $Y$ )与最大的潜在产出( $Y^*$ )之比,即  $Y/Y^*$ [3]。而在海洋渔业上,“能力”这个概念被引起重视则是近几年的事,目的是使渔业资源在生态、经济和社会等方面均能得到有效的利用,使渔业投入的各种生产要素(包括渔业资源)都能得到合理的配置和最佳的组合。作者采用“能力”一词着重表达潜在的可能性。

关于捕捞能力的表述主要有如下几种<sup>[4]</sup>:

“当前捕捞能力”简称“捕捞能力”(fishing capacity),是一艘渔船(或一支船队)在给定的渔业资源或生物量的条件下,在现有的技术下,该船(或船队)被完全利用(即能力利用度达到 100%)的情况下,在一段时期内(年或季)所能生产的最大渔获量。捕捞能力是一艘船或一支船队捕鱼的能力。即

$$Y_C = Y(E_C, S)$$

其中  $Y_C$  是当前的渔获量,  $E_C$  是当前的捕捞努力量,  $S$  是资源量(生物量)。

“目标捕捞能力”简称“目标能力”(target capacity),是指在能满足可持续发展的渔业管理目标的前提下,在渔船被充分利用(即“能力利用度”达到 100%)的情况下,所能生产的最大渔获量。即

$$Y_T = Y(E_T, S)$$

其中  $Y_T$  是目标渔获量,  $E_T$  是被完全利用的船只产生的目标努力量,  $S$  是资源量(生物量)。

“相对捕捞能力”简称“相对能力”(relative capacity),是“当前捕捞能力”与“目标捕捞能力”之比,即

$$\text{相对能力} = Y_C / Y_T$$

“相对捕捞能力”的值大于 1,则意味着当前的捕捞能力过大。

上述系列定义统称为捕捞能力的技术定义。除此之外,捕捞能力也可以给予经济方面的定义。

捕捞的“经济能力”(economic capacity)定义为:在一个给定的船队规模和构成,给定的资源条件、市场条件、技术条件和其他相关的限制条件下,在一段时期内(年或季)生产一定量的渔获量所需的最小成本(或所能得到的最大的利润或税收)。“经济能力”定义的好处在于它提供了在市场、生物量或环境参数变化的时候,价格、成本和公司在投入产出方面的综合变化之间的一个清晰的结构关系。同时它也提供了资金投入与恰当的社会目标之间的直接的关系,可以直接刺激投资的增加与减少。“经济能力”定义的缺点在于:它所需的相当的经济数据往往是缺乏的,因此对“经济能力”的估计通常是很困难的。

应该注意捕捞能力的概念不同于捕捞努力量的概念。主要区别在于:捕捞努力量是以渔船的自然特性(如总吨位、功率)或渔船的作业特性(如出海天数、投网次数)来度量,没有统一的标准,只要相对统一即可。而捕捞能力的提出,是为了对不同规格的渔具,不同捕捞作业方式和船队,不同国家的渔业之间进行总体的量化比较。因此,它必须是所有影响渔船渔获量的因素的一个综合特征值,并且是一个动态的、短期的概念,它随着作业方式、作业海域、作业水平、管理方式和技术水平等的不同而会发生变化<sup>[5]</sup>。

捕捞努力量一般只是用一个相关的指标来反映捕捞强度,即使用几个指标来描述,各指标间也是互相独立、没有联系的,因此其对捕捞强度的反映是局部的,而捕捞能力则要求综合考虑各种影响捕捞作业的因素,以比较全面地反映一艘船(或船队)的捕鱼的“能力”,更准确的反映捕捞强度。

影响海洋捕捞能力的因素多种多样,主要有:渔船的大小、功率、容量和作业时间,总登记吨位,捕捞技术和仪器设备的改进,渔具的数量和主要尺寸,鱼类的资源量及其分布,可变投入的变化及其组合情况,船长的能力和船员使用设备的水平,作业海域的海况以及相应的渔业管理状况等。

## 2 捕捞能力的计量

捕捞能力的计量从大的方面来讲,可分为基于产出的计量(output-oriented measure)和基于投入的计量(input-oriented measure)。前者着眼于在给定的投入水平下的最大的潜在产出;而后者则致力于在获

得确定的产出的前提下,使投入最小(或利润、税收最大)。“经济能力”的计量是基于投入的计量。

对捕捞能力技术定义的计量,既可用基于产出的计量,也可用基于投入的计量。其中,我们称基于产出计量的能力为“生产能力”(Production capacity),而基于投入计量的能力则称为“物质能力”(Physical capacity)。“物质能力”是指在给定的产出水平下的最小投入数。它主要从资金投入的角度着手,可以用渔船数、总吨位和总功率等来描述,而“生产能力”则是在投入一定的情况下的最大产出值,它从实际产出着手,通过渔获量来进行计量。

表 1 “物质能力”与“生产能力”的基本计量

Tab.1 The basic measures of the physical capacity and the production capacity

概念	“物质能力”的计量	“生产能力”的计量
能力	渔船单位(VU) [如:船数、总吨位、功率等] 努力量单位(EU) [如: $\sum(\text{捕捞天数} \times \text{VU})$ ] 潜在努力量单位(PEU) [如: $\sum(\text{最大捕捞天数} \times \text{VU})$ ]	渔获量(C) [如: $C = q \times \text{EU} \times \text{生物量}$ ] 潜在渔获量(PC) [如: $\text{PC} = q \times \text{PEU} \times \text{生物量}$ 或 $\text{PC} = C \times \text{PEU}/\text{EU}$ ]
能力利用度 (CU)	$\text{CU} = \text{EU}/\text{PEU}$ $0 < \text{CU} < 1$	$\text{CU} = \text{C}/\text{PC}$ $0 < \text{CU} < 1$
长期能力过度	MSY 条件下的能力过度( $\text{OC}_{\text{MSY}}$ ) $\text{OC}_{\text{MSY}} = \text{PEU}/\text{EU}_{\text{MSY}}$ [需要估计 $\text{EU}_{\text{MSY}}$ ] $\text{OC}_{\text{MSY}} = \text{VU}/\text{VU}_{\text{MSY}}$ [假设能力被充分的利用,且需要估计 $\text{VU}_{\text{MSY}}$ (即捕捞 MSY 产量所需的最小的船队规模)]	MSY 条件下的能力过度( $\text{OC}_{\text{MSY}}$ ) $\text{OC}_{\text{MSY}} = (\text{PC} B_{\text{MSY}})/C_{\text{MSY}}$ [需要估计 $C_{\text{MSY}}$ 和在 MSY 下的给定生物量的潜在渔获量,如 $\text{PC} B_{\text{MSY}} = q \times \text{PEU} \times (\text{SY 下的生物量})$ ]
	目标产量条件下的过度能力( $\text{OC}_T$ ) $\text{OC}_T = \text{PEU}/\text{EU}_T$ [需要估计 $\text{EU}_T$ ] $\text{OC}_T = \text{VU}/\text{VU}_T$ [假设能力被充分的利用,且需要估计 $\text{VU}_T$ (即捕捞目标产量所需的最小的船队规模)]	目标产量条件下的过度能力( $\text{OC}_T$ ) $\text{OC}_T = (\text{PC} B_T)/C_T$ [需要估计 $C_T$ 和在目标产量下的给定生物量的潜在渔获量,如 $\text{PC} B_T = q \times \text{PEU} \times \text{biomass}_T$ ]
短期能力过度 ( $\text{OC}_{\text{ST}}$ )	$\text{OC}_{\text{ST}} = \text{PEU}/\text{EU}_{\text{TAC}}$ [需要估计 $\text{EU}_{\text{TAC}}$ ] $\text{OC}_{\text{ST}} = \text{VU}/\text{VU}_{\text{TAC}}$ [假设能力被充分的利用,且需要估计 $\text{VU}_{\text{TAC}}$ (即捕捞 TAC 产量所需的最小的船队规模)]	$\text{OC}_{\text{ST}} = \text{PC}/\text{TAC}$

关于“物质能力”和“生产能力”计量的基本方式,可概括为表 1。表中 MSY 为最大可持续产量(Maximum sustainable yield),TAC 为总许可捕捞量(Total allowable catch),BMSY 为 MSY 条件下的生物量, $\text{PC}|B_{\text{MSY}}$  为 BMSY 条件下的潜在渔获量,其余类似的表示方法由此类推。

在 1999 年于墨西哥召开的“捕捞能力计量技术咨询会”上,专家们一致认为,从产出来计量海洋捕捞能力是恰当的,并强调:“生产能力”是一种最好的实际的边界,它反映分析的时段内最有效的船只的生产能力<sup>[2]</sup>。因此,“生产能力”是研究捕捞能力时的重点。

同时,与会专家还指出:在“生产能力”和“物质能力”所对应的两种计量方式间,寻找互相转换的关系也是必要的。因为渔业管理工作者和其他有关人员一般都喜欢用基于投入的计量,即“物质能力”,例如,应用船数、功率和船的尺寸等来衡量过度捕捞的程度。但是,专家们也提醒:除非有严格的限制条件,否则在它们之间不可能有一对一的对应关系。譬如,一艘船的“生产能力”是 10t,但 100t 的产出对应的“物质能力”不一定恰是 10 艘船,因为船与船之间可能会存在相互制约的关系。

另外,在用上述方法估计“捕捞能力”的时候,应该注意到:由于目前海洋渔业资源,特别是主要经济

鱼类资源已经明显地衰退,在这种资源状况下,按照上述方法由产量估计得到的“捕捞能力”的值,与其实际具有的“能力”相比,往往偏低,会造成对问题严重性的估计不足。所以,在渔业管理实践中,应意识到,根据这个估计所要求削减的渔船数一般总是比实际应该要求的要少,故需不断地按照新的情况进行修正。从本质上讲,这也是由“能力”的动态性和短期性所决定的。

### 3 计量捕捞能力所需数据的分类和研究方法

对捕捞能力进行量化计算,需要一定数量和高质量的数据。而计算捕捞能力的具体方法又受可获得的数据的特征限制,或者说,应该根据可能得到的数据来选择计量方法。当然,由此所获得的计量精度是不同的。

由于各个渔业国家对海洋渔业的管理水平差别很大,导致各国所能获得的渔业数据多少不一,为此,FAO 关于捕捞能力的技术工作组将有关数据进行分类,并对各类数据的适用情况和量化效果进行分析,提出建议。

#### 3.1 计量捕捞能力所需数据的类型

按数据的种类和质量特点,各国(地区)实际收集数据的状况可分成 0 到 4 级<sup>[3]</sup>:

0 级:很少或没有定量数据资料。

1 级:具有总到岸量的估计值,还具有:渔船数量的估计数(对于以船为基础单位的渔业);参与的人数或使用的渔具数量(对于不以船为基础单位的渔业),例如大拉网的总顶数。

2 级:在 1 级数据的基础上,还具有:

船舶和功率的指数,渔具类型,捕捞效果趋势的大约指数;

在正常生产情况下,对总捕捞时间和最大潜在时间(每年或每渔汛)的大约估计值;

捕捞生产活动的特点(例如,季节性,同一渔场中其他鱼业的类型和渔船数量,助渔仪器设备的使用,技术的改变,船舶的所有权和转买等)。

3 级:在 2 级数据基础上,还具有:

按渔船分类的总渔获量,包括到岸量和海上丢弃量;

渔获的基本生物学信息,例如资源分布,按鱼种、体长组成的渔获量,潜在最大持续产量的大约估计值;

决定捕捞强度的综合渔船特征(例如:GRT/GT、吨位、功率、鱼仓容量、船龄,这些因素的重要性随渔业类型的变化而变化);

渔具类型和规格的综合信息;

主要鱼种的价格和利润;

详细的努力量和 CPUE 数据,包括捕捞作业时间。

4 级:3 级数据外,还具有:

详细的鱼类种群生物学信息,例如生物量、捕捞死亡率、年龄和体长组成、种群评估值;

与计量捕捞能力有关的其他渔业的重要特征的综合数据资料,例如,诱集鱼类和探测鱼群的仪器(声纳,助渔设备,卫星跟踪器),鱼仓容量,船长和渔捞员的技术水平,燃料的消耗,船舶特征参数,加工能力,成本和收入,价格,股票的价值,就业,福利和补贴,经济奖励和激励,和与捕捞作业有关的鱼品运销。

#### 3.2 数据处理的方法

对于上述各级数据,专家们建议采用下列数据处理方法:

0 级:由于几乎没有定量的数据,因此建议采用共享研究法( Participatory Research Methods )。例如:快速估计法,人口调查法等,可用来推算捕捞能力和“能力”的利用程度,但这种分析在本质上是一种定性的分析。

- 1 级 :专家组确认可以采用数据包络分析法( Data Envelopment Analysis , DEA ),峰值法( Peak - to - Peak , PTP )和随机生产边界法( Stochastic Production Frontiers ,SPF )来分析计量“ 捕捞能力 ”。但是 ,在该级数据的水平下 ,任一方法所得到的估计值是很粗略的 ,故在应用其结果时必须予以注意。
- 2 级 :在该级数据水平下 ,DEA 法可以用来按鱼种、同时跨不同渔船 ,和按渔船队、同时跨不同鱼种综合集成估计现有的捕捞能力。该计量可以在不同的水平上进行综合集成 ,包括在跨鱼种的 ,国内和国外共存的渔业种群资源间的 ,以及在全球水平上的综合集成。应该注意到 :增大综合集成程度 ,将降低计量的精确度。另外 ,海上丢弃的渔获物和未记录的渔获物将会造成对总的捕捞能力和过度的捕捞能力的估计误差。故应用时必须注意它的局限性。
- 3 级 :采用与 2 级水平时相同的方法 ,但对捕捞能力和捕捞能力的利用状况的估计的精确度会有改善。如果加上价格 ,则对综合集成“ 捕捞能力 ”和“ 目标捕捞能力 ”更有意义。数据资料达 3 级水平时 ,进行捕捞能力的计量是足够了。
- 4 级 :在该级数据下 ,工作组推荐 DEA 法为最适宜的方法。如果加上经济信息 ,则可进行更综合全面的评估。可分析投入和产出价格的变化和资源条件的变化对捕捞能力有效分布的影响。结合社会经济资料 ,可对“ 经济能力 ”和“ 过度的 ”能力 ”进行评估。收集 4 级水平的数据对改进渔业管理有利 ,但仅用于评估捕捞能力则不太合算。

根据上述处理不同数据而使用的具体方法的讨论结果 ,技术工作组认为 :在捕捞能力的计量中 ,PTP 和 DEA 法是两种非常有效的方法 ,可以在各种不同场合下 ,广泛分析处理所能得到的数据 ,以估算捕捞能力的值。

## 4 结语

### 4.1 捕捞能力计量所需数据间的关系

根据上述讨论结果 ,可以认为 :在 1 级和 2 级数据水平上 ,可以进行估计捕捞能力的工作。但是应该看到 ,1 级数据是最低标准。而 2 级包括了大量的、各种各样的、定量和定性的因素。从 1 级和 2 级上升到 3 级数据水平时 ,由于包括了大量的各种定量的数据资料 ,特别是生物学资料 ,故它的优点是提高了捕捞能力计量的精确性和准确性 ;在达到 4 级数据水平时 ,所能获得的好处将取决于特定渔业的特点和复杂性 ;

虽然在 1 级数据水平上计量捕捞能力是可行的 ,但将是一种高度综合集成的估计。这对于进行捕捞能力的监督工作还是有用的。此时 ,PTP 法和 DEA 法均可应用。

### 4.2 今后需要进行的工作

综上所述 ,可以看出 ,捕捞能力及其计量方面的问题在近几年正日益受到国际渔业界的重视 ,有关的基本概念和基本方法已经被广泛地讨论并基本确定。因此 ,要在我国做好捕捞能力的量化工作 ,下一步就需要我们按照 FAO 提出的数据要求 ,尽快建立相应的数据收集系统。同时 ,开展对 PTP 法和 DEA 法的研究并将其用于我国量化捕捞能力的实践 ,以根据我国渔业管理的实际情况 ,用好这两种方法 ,这是我国在捕捞能力量化研究方面急需要做的工作。

## 参考文献 :

- [ 1 ] FAO Fisheries Department. Managing fishing capacity[ C ]. Rome : FAO Fisheries Technical Paper No. 386 , 1999 , 75 - 116.
- [ 2 ] FAO. Report of the technical working group on the management of fishing capacity[ R ]. Rome : FAO Fisheries Report No. 586 , 1998 , 2 - 5.
- [ 3 ] Nelson , R. On the measurement of capacity utilization[ J ]. Journal of Industrial Economics , 1989 Vol. XXXVII , No. 3.
- [ 4 ] FAO. Report of the technical working group on the management of fishing capacity[ R ]. Rome : FAO Fisheries Report No. 615 , 2000 , 32 - 51.
- [ 5 ] 周应祺 , 陈新军 , 张相国. 有关捕捞能力量化统计方法的探讨[ J ]. 上海水产大学学报 , 2000 ( 2 ) 119 - 124.